

## **Dispositif micromécanique comportant un élément suspendu rattaché à un support par un pilier et procédé de fabrication d'un tel dispositif**

### **5      Domaine technique de l'invention**

L'invention concerne un dispositif micromécanique comportant au moins un élément suspendu rattaché à un support par un pilier comportant une base et un sommet.

10

### **État de la technique**

15

Les systèmes micromécaniques, par exemple les capteurs d'accélération, comportent classiquement des éléments en suspension, mobiles ou fixes. Ces microsystèmes sont utilisés notamment dans des applications automobiles pour la correction de suspension, pour l'assistance à la conduite et pour l'ouverture des air-bags, nécessitant une mesure de l'accélération comprise entre 0 et 25g. Des capteurs d'accélération sont également utilisés dans des pace-makers, nécessitant une mesure de l'accélération comprise entre 0 et 2g.

20

25

Comme représenté à la figure 1, un élément suspendu 1 est classiquement fixé, par un pilier 2, à un support 3. Les procédés actuels de fixation de l'élément suspendu 1 au support 3 consistent à faire croître des couches minces sur le support 3, pour constituer le pilier 2 et l'élément suspendu 1. Ainsi, le pilier comporte respectivement une base 4 en contact avec le support 3 et un sommet 5 en contact avec l'élément suspendu 1. La tenue mécanique à la traction de l'élément suspendu 1 par rapport au support 3 est assurée par l'adhérence des matériaux aux interfaces, notamment à l'interface entre le matériau de l'élément

suspendu 1 et le matériau du pilier 2 au sommet 5 du pilier, d'une part, et à l'interface entre le matériau du support 3 et le matériau du pilier 2 à la base 4 du pilier, d'autre part. Ces procédés sont, par exemple, utilisés pour la croissance d'un pilier 2 en matériau électriquement isolant, par exemple en nitrure de silicium (SiN), sur un support 3 en silicium (Si). La tenue mécanique entre ces matériaux peut être insuffisante, notamment dans le cas où des surpressions sont appliquées dans les microsystèmes, par exemple dans le cas de systèmes où l'on souhaite amortir les vibrations de l'élément suspendu 1 ou dans des débitmètres.

### Objet de l'invention

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et, en particulier, d'augmenter la tenue mécanique des systèmes micromécaniques comportant un élément suspendu.

Selon l'invention, ce but est atteint par les revendications annexées et, plus particulièrement, par le fait que le support comporte une cavité gravée dans un substrat et débouchant à la surface du substrat faisant face à l'élément suspendu, la cavité ayant au moins une zone élargie dont la section est supérieure à la section de la cavité à ladite surface, la base du pilier, de forme complémentaire à la cavité, étant enterrée dans la cavité.

## Description sommaire des dessins

5 D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels :

La figure 1 représente un dispositif selon l'art antérieur.

10 Les figures 2 et 3 représentent des modes de réalisation particuliers du dispositif selon l'invention.

Les figures 4 à 12 représentent les étapes successives d'un mode de réalisation particulier du procédé selon l'invention, le matériau destiné à constituer le pilier étant déposé sur les parois de l'orifice sans remplir l'orifice.

15 Les figures 13 à 17 représentent les étapes successives d'un autre mode de réalisation particulier du procédé selon l'invention, le matériau destiné à constituer le pilier remplissant l'orifice.

La figure 18 représente un mode de réalisation particulier du dispositif selon l'invention, comportant un capot solidaire d'un pilier supplémentaire.

20 La figure 19 représente un autre mode de réalisation particulier du dispositif selon l'invention.

## Description de modes particuliers de réalisation

25 Dans le dispositif micromécanique représenté à la figure 2, la base 4 du pilier 2 est enterrée dans une cavité 6, complémentaire, du support 3 et comporte, dans la cavité 6 du support 3, une zone de section élargie, formant, de préférence, un assemblage de type tête à clou ou à queue d'aronde avec la cavité 6 du support 3. Ainsi, l'ancrage du pilier 2 dans le support 3 est plus résistant que l'ancrage

classique par adhésion. Le matériau destiné à constituer le pilier 2 peut être un matériau conducteur, par exemple du silicium, ou un composé isolant de type SiN.

- 5 Sur la figure 3, le sommet 5 du pilier 2 est également enterré dans une première cavité 7, complémentaire, de l'élément suspendu 1. Le sommet 5 du pilier 2 comporte, dans la première cavité 7 de l'élément suspendu 1, une zone de section élargie, formant, par exemple, un assemblage de type tête à clou ou à queue d'aronde avec la première cavité 7 de l'élément suspendu 1. Ainsi,
- 10 l'ancrage de l'élément suspendu 1 sur le support 3 présente également une bonne tenue mécanique.

- Un procédé de réalisation du dispositif, illustré aux figures 4 à 12, comporte des étapes classiques, par exemple des dépôts et des gravures de couches minces,
- 15 et des étapes de gravure particulières, générant par exemple des flancs de gravure obliques. Comme représenté à la figure 4, une couche sacrificielle 8, une couche solide 9 et une couche sacrificielle supplémentaire 10 sont successivement déposées sur une surface du support 3 qui est, de préférence, en silicium. L'épaisseur de la couche sacrificielle 8 détermine la distance finale
- 20 entre le support 3 et l'élément suspendu 1. A titre d'exemple, les épaisseurs des couches sont respectivement de 2  $\mu\text{m}$  pour la couche sacrificielle 8, de 320 nm pour la couche solide 9 et de 70 nm pour la couche sacrificielle supplémentaire 10. Les couches sacrificielles 8 et 10 sont, de préférence, en silice et la couche solide 9 en silicium. On peut, par exemple, réaliser l'empilement des couches à
- 25 partir de substrats du type silicium sur isolant (« SOI : silicon on insulator » ), ayant une couche de  $\text{SiO}_2$  disposée entre une couche de silicium et un substrat en silicium.

Puis, un orifice 11 est gravé dans l'empilement constitué par la couche sacrificielle supplémentaire 10, la couche solide 9 et la couche sacrificielle 8 (figures 5 et 6). Comme représenté à la figure 5, la couche sacrificielle supplémentaire 10 peut être gravée en créant, dans la couche sacrificielle supplémentaire 10, des flancs de gravure obliques, de manière à ce que la partie supérieure de l'orifice 11 se rétrécisse vers le fond et forme, ainsi, une zone élargie dans la partie supérieure de la couche sacrificielle supplémentaire 10. La gravure de la couche sacrificielle supplémentaire 10 peut être faite par gravure humide, par exemple en utilisant des solutions à base d'acide fluorhydrique et un masque en résine, ou par gravure plasma sèche isotrope utilisant du  $\text{SF}_6$ .

Comme représenté à la figure 6, la couche solide 9 et la couche sacrificielle 8 peuvent être gravées de manière à créer des flancs de gravure sensiblement perpendiculaires aux couches 8 et 9. L'orifice 11 traverse alors la totalité de la couche sacrificielle 8, jusqu'à la surface du support 3, ce qui correspond, par exemple, à une profondeur de l'orifice de l'ordre de  $3\text{ }\mu\text{m}$ .

Comme représenté sur la figure 7, le support 3 est ensuite gravé, dans le prolongement de l'orifice 11, de manière à former la cavité 6 du support 3 en forme de queue d'aronde. Ainsi, l'orifice s'élargit en profondeur. Une telle gravure peut notamment être réalisée par un procédé de gravure par plasma décrit dans le document US5501893. Ce procédé utilise deux étapes en alternance : une étape de passivation et une étape de gravure. L'étape de passivation consiste à déposer une couche protectrice de polymère (à base de  $\text{C}_4\text{F}_8$ ) sur le support 3 à graver, notamment sur les flancs et le fond de gravure. L'étape de gravure utilise un plasma de  $\text{SF}_6$ , qui permet de graver la couche de polymère et le support 3. Une tension électrique appliquée au support 3 permet d'accélérer les ions  $\text{SF}_6$  en direction du support 3, ce qui amplifie la gravure

dans le fond, tandis que les flancs sont protégés par la couche protectrice de polymère. Ainsi, la cavité 6 gravée est plus large en profondeur qu'à la surface du support 3. Le réglage des paramètres de gravure et de passivation, notamment de la pression, du débit et du temps de cycle de gaz réactifs, par exemple de  $\text{SF}_6$  et de  $\text{C}_4\text{F}_8$ , et de la tension appliquée au support en silicium, permettent d'obtenir des flancs gravés verticaux. Or, la cavité 6 gravée est plus large en profondeur qu'à la surface du support 3. Cette forme avec pente négative peut être obtenue en jouant sur plusieurs paramètres, par exemple, en augmentant les temps de gravure par rapport au temps de passivation ou en jouant sur les pressions et/ou la tension électrique appliquée au support 3.

Après gravure de la cavité 6 du support 3, un matériau 12, destiné à constituer le pilier 2, est déposé dans la cavité 6 du support 3 et au moins sur les parois de l'orifice 11 (figure 8). Sur la figure 8, le matériau 12, de préférence isolant électrique, par exemple du SiN, est également déposé sur la couche sacrificielle supplémentaire 10. Comme représenté à la figure 9, le matériau 12 déposé sur la couche sacrificielle supplémentaire 10 peut être éliminé par polissage ou gravure plasma.

La couche sacrificielle supplémentaire 10 est ensuite éliminée, par exemple par gravure humide, (figure 10) et un matériau 13, de préférence du Si, destiné à constituer l'élément suspendu 1, est déposé sur la couche solide 9 et le matériau 12, constituant le pilier 2, de manière à remplir l'orifice 11 (figure 11). La couche 9 sert également de support au matériau 13, notamment dans le cas où celui-ci est déposé par épitaxie. La couche 9 est ainsi intimement liée au matériau 13, et constitue avec celui-ci l'élément suspendu. Le matériau 13 peut ensuite être lissé par polissage ou gravure et la couche sacrificielle 8 est ensuite enlevée (figure 12).

Après gravure de la couche sacrificielle 8, l'élément suspendu est alors ancré sur le support 3 par le pilier 2. La solidité de l'ancrage ne dépend pas seulement de la qualité de l'adhérence intrinsèque des matériaux, mais elle est renforcée par l'assemblage avec une zone de section élargie et par exemple de type en queue d'aronde ou tête à clou.

Le mode de réalisation représenté aux figures 8 à 12 peut, par exemple, être utilisé pour réaliser un pilier 2 d'une dimension latérale externe supérieure à 2  $\mu\text{m}$  et une couche de matériau 12 d'une épaisseur inférieure à 1  $\mu\text{m}$ . Ainsi, la couche de matériau 12 remplit la cavité 6 et recouvre les parois de l'orifice 11, comme représenté aux figures 8 à 12.

Dans un autre mode de réalisation, représenté aux figures 13 à 17, le matériau 12, destiné à constituer le pilier 2, peut remplir complètement l'orifice 11, ce qui est, par exemple, le cas lorsque la dimension latérale externe du pilier 2 est inférieure à la moitié de l'épaisseur de la couche du matériau 12 constituant le pilier 2.

Sur la figure 13, le matériau 12 isolant est déposé de manière à remplir l'orifice 11 et à recouvrir la couche sacrificielle supplémentaire 10. Après polissage du matériau 12 (figure 14) et élimination, par exemple par gravure, de la couche sacrificielle supplémentaire 10 (figure 15), le matériau 13, destiné à constituer l'élément suspendu 1, peut être déposé (figure 16) sur la couche solide 9 et sur le pilier 2, de manière à former un assemblage à queue d'aronde avec le sommet 5 du pilier 2. Ensuite, la couche sacrificielle 8 peut être enlevée (figure 17).

Dans le cas où on ajoute un capot 14 destiné à recouvrir l'ensemble des parties fixes et mobiles du dispositif, le capot 14 peut également être fixé à l'élément

suspendu 1 par l'intermédiaire d'un assemblage en queue d'aronde. Sur la figure 18, le dispositif comporte un capot 14 solidaire d'un pilier supplémentaire 15, perpendiculaire au capot 14. Une base 16 du pilier supplémentaire 15, opposée au capot 14, est enterrée dans une deuxième cavité 17, complémentaire, de l'élément suspendu 1. La base 16 du pilier supplémentaire 15 est élargie dans la deuxième cavité 17 de l'élément suspendu 1, formant, de préférence, un assemblage à queue d'aronde, avec la deuxième cavité 17 de l'élément suspendu 1.

L'assemblage à queue d'aronde ou en forme de tête à clou entre le pilier supplémentaire 15 et l'élément suspendu 1 peut être réalisé de manière analogue à l'assemblage entre le support 3 et le pilier 2. Ainsi, l'élément suspendu 1 est gravé, de manière à former la deuxième cavité 17 de l'élément suspendu 1 en forme de queue d'aronde ou en forme de tête à clou. Un matériau, destiné à constituer la base 16 du pilier supplémentaire 15, est ensuite déposé, au moins dans la deuxième cavité 17 de l'élément suspendu 1.

Dans un mode de réalisation particulier, le matériau constitutif de la base 16 du pilier supplémentaire 15 solidaire du capot 14 est un matériau isolant, par exemple du SiN, pour empêcher la conduction électrique entre le capot 14 et l'élément suspendu 1.

Dans un autre mode de réalisation, une couche 18 électriquement isolante, par exemple en SiN, peut être déposée à l'interface entre l'élément suspendu 1 et le pilier supplémentaire 15. Dans le cas où une continuité électrique entre le capot 14 et l'élément suspendu 1 n'est pas gênante ou même souhaitée, la couche 18 n'est pas nécessaire.

Selon l'invention, la cavité 6 du support 3 est gravée dans un substrat et débouche à la surface du substrat faisant face à l'élément suspendu 1. Comme décrit précédemment, d'autres couches peuvent être déposées sur le substrat constituant le support. La cavité 6 a au moins une zone élargie dont la section est supérieure à la section de la cavité 6 à ladite surface. Dans le mode de réalisation décrit précédemment, cette zone élargie est formé de manière à ce que la base 4 du pilier 2 et la cavité 6 du support 3 constituent un assemblage à queue d'aronde.

Dans le mode de réalisation particulier représenté à la figure 19, deux zones élargies de la cavité 6 sont constituées par deux rainures 19 superposées. La base 4 du pilier 2 comporte au moins deux nervures 20 complémentaires audités rainures 19. Pour une cavité 6 d'un diamètre de l'ordre du micromètre, la hauteur d'une des rainures 19 selon un axe A perpendiculaire au support 3 est, de préférence, comprise entre 0,27 et 0,34 micromètres. La profondeur des rainures dans le plan du support 3 est, de préférence, comprise entre 0,1 et 0,3 micromètres. Le nombre de rainures 19 peut être supérieur à deux. Ainsi, on obtient une cavité 6 dont les flancs sont sensiblement perpendiculaire au support 3, le profil des flancs ayant une forme ondulée correspondant aux rainures 19. Dans un autre mode de réalisation, les flancs sont ondulés comme précédemment et inclinés par rapport au support 3 de manière à former une queue d'aronde.

Les rainures 19 peuvent être réalisées, de manière connue, par un procédé utilisant une étape de passivation et une étape de gravure en alternance, dans lequel le taux de  $C_4F_8$  peut être diminué ou supprimé au cours de l'étape de gravure utilisant un plasma de  $SF_6$ . Pour former le pilier 2, la cavité 6 est, de préférence, rempli par du nitrure de silicium  $SiN$ . Le remplissage est complet et ne laisse pas d'espace vide entre le pilier 2 et le substrat. Le pilier 2 du dispositif

obtenu est solidement ancré et casse sous l'effet d'une force latérale exercée sur le pilier, sans que le pilier 2 ne sorte de la cavité 6.

## Revendications

1. Dispositif micromécanique comportant au moins un élément suspendu (1) rattaché à un support (3) par un pilier (2) comportant une base (4) et un sommet (5), dispositif caractérisé en ce que le support (3) comporte une cavité (6) gravée dans un substrat et débouchant à la surface du substrat faisant face à l'élément suspendu (1), la cavité (6) ayant au moins une zone élargie dont la section est supérieure à la section de la cavité (6) à ladite surface, la base (4) du pilier (2), de forme complémentaire à la cavité (6), étant enterrée dans la cavité (6).
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la base (4) du pilier (2) et la cavité (6) du support (3) constituent un assemblage à queue d'aronde.
3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins deux zones élargies de la cavité (6) sont constituées par au moins deux rainures superposées, la base (4) du pilier (2) comportant au moins deux nervures complémentaires auxdites rainures.
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le sommet (5) du pilier (2) est enterré dans une première cavité (7), complémentaire, de l'élément suspendu (1), le sommet (5) du pilier (2) comportant, dans la première cavité (7) de l'élément suspendu (1), une zone de section élargie.
5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le sommet (5) du pilier (2) et la première cavité (7) de l'élément suspendu (1) constituent un assemblage à queue d'aronde.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte un capot (14) solidaire d'un pilier supplémentaire (15), une base (16) du pilier supplémentaire (15), opposée au capot (14), étant enterrée dans une deuxième cavité (17), complémentaire, de l'élément suspendu (1), la base (16) du pilier supplémentaire (15) comportant, dans la deuxième cavité (17) de l'élément suspendu (1), une zone de section élargie.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que la base du pilier supplémentaire (15) et la deuxième cavité (17) de l'élément suspendu (1) constituent un assemblage à queue d'aronde.

8. Dispositif selon l'une des revendications 6 et 7, caractérisé en ce qu'il comporte une couche électriquement isolante (18) disposée à l'interface entre l'élément suspendu (1) et le pilier supplémentaire (15).

9. Procédé de fabrication d'un dispositif micromécanique selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte :

- le dépôt, sur une surface du support (3), d'au moins une couche sacrificielle (8),
- la gravure, dans la couche sacrificielle (8), d'un orifice (11) traversant la couche sacrificielle (8) jusqu'à la surface du support (3),
- la gravure du support (3), dans le prolongement de l'orifice (11), de manière à former la cavité (6) du support (3) en forme de queue d'aronde,
- le dépôt dans la cavité (6) du support (3) et au moins sur les parois de l'orifice (11), d'un matériau destiné à constituer le pilier (2).

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comporte :

- avant gravure de l'orifice (11), le dépôt, sur la couche sacrificielle (8), d'une couche solide (9), et d'une couche sacrificielle supplémentaire (10),

- la gravure de l'orifice (11) étant réalisée dans l'empilement constitué par la couche sacrificielle supplémentaire (10), la couche solide (9) et la couche sacrificielle (8), l'orifice (11) comportant une zone élargie dans la couche sacrificielle supplémentaire (10),
- 5 - l'élimination, après dépôt du matériau (12) destiné à constituer le pilier (2), de la couche sacrificielle supplémentaire (10),
- le dépôt, sur la couche solide (9) et le matériau (12) constituant le pilier (2), d'un matériau (13) constituant l'élément suspendu (1),
- l'élimination de la couche sacrificielle (8).

10

**11.** Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comporte :

- la gravure de l'élément suspendu (1), de manière à former une deuxième cavité (17), en forme de queue d'aronde, dans l'élément suspendu (1),
- le dépôt dans la deuxième cavité (17) de l'élément suspendu (1), d'un
- 15 matériau destiné à constituer la base (16) d'un pilier supplémentaire (15) solidaire d'un capot (14).

15

**12.** Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que le matériau (12) destiné à constituer le pilier (2) est déposé de manière à

20 remplir l'orifice (11).

20

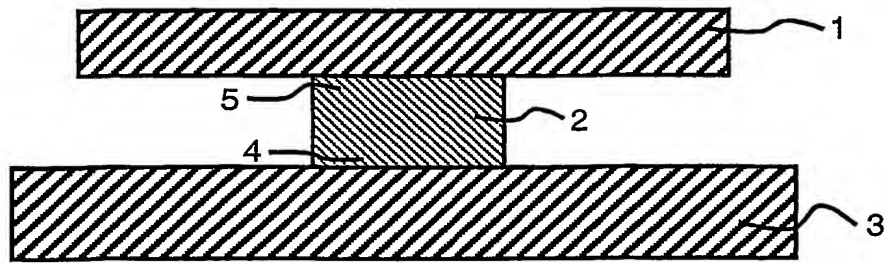


Figure 1 (Art antérieur)

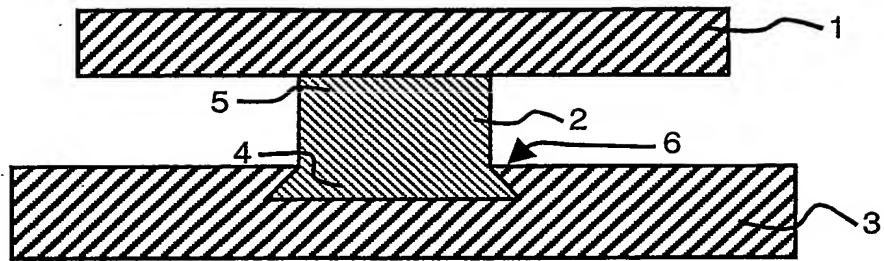


Figure 2

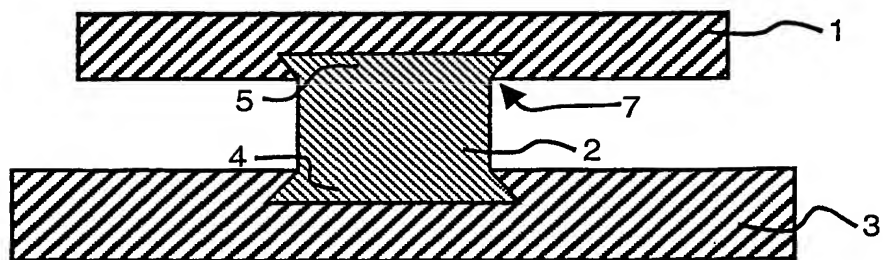


Figure 3

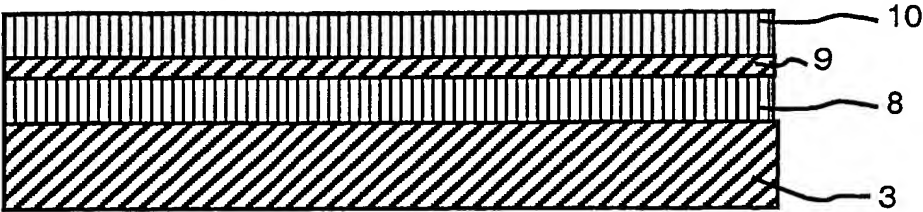


Figure 4

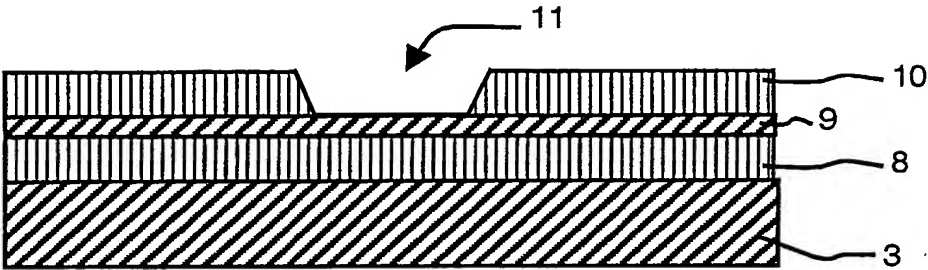


Figure 5

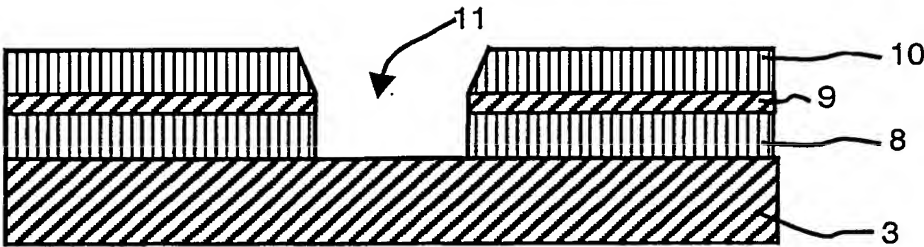


Figure 6

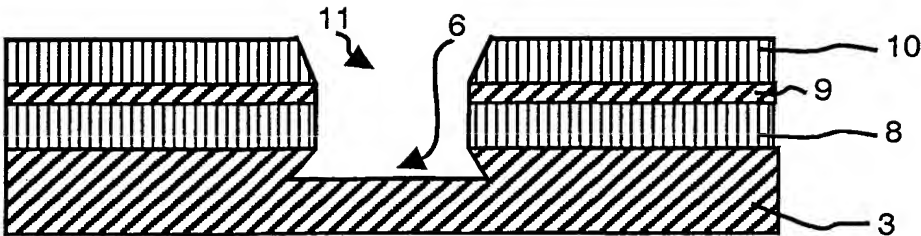


Figure 7

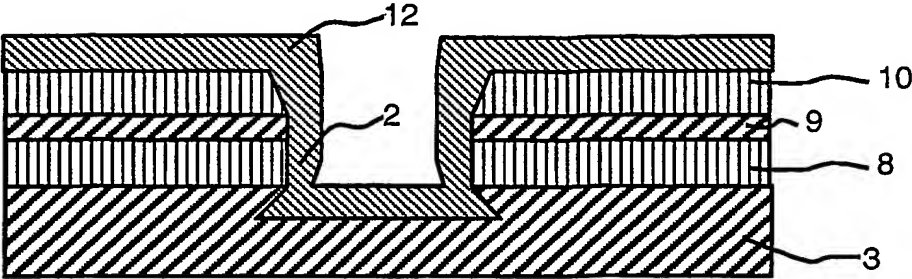


Figure 8

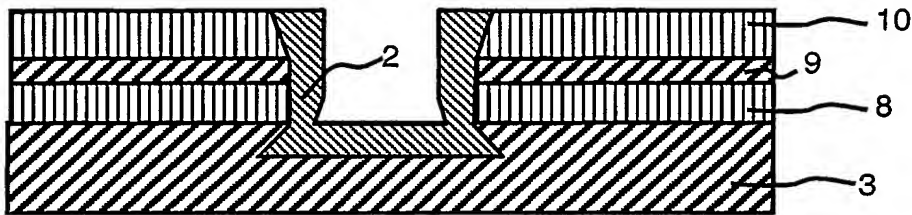


Figure 9

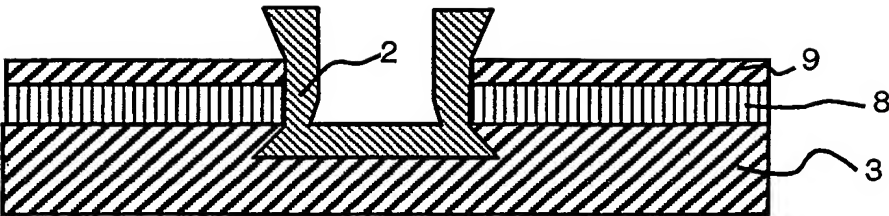


Figure 10

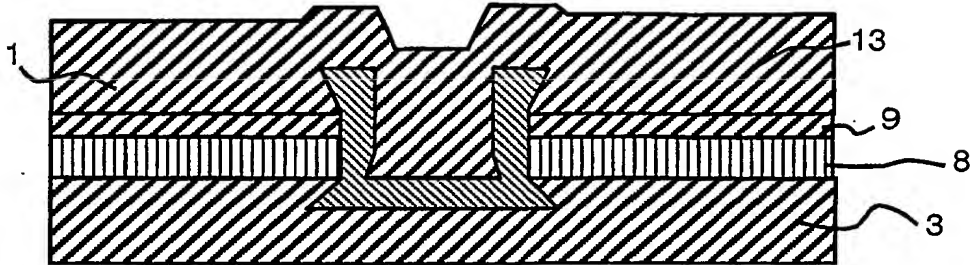


Figure 11

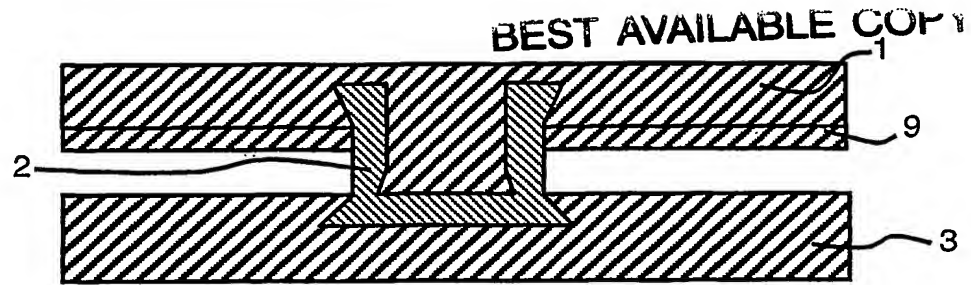


Figure 12

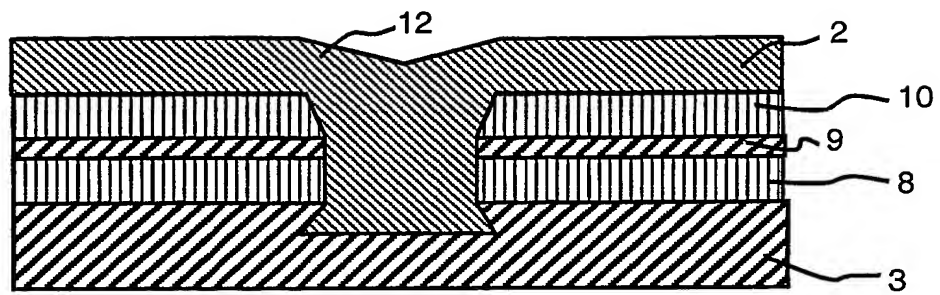


Figure 13

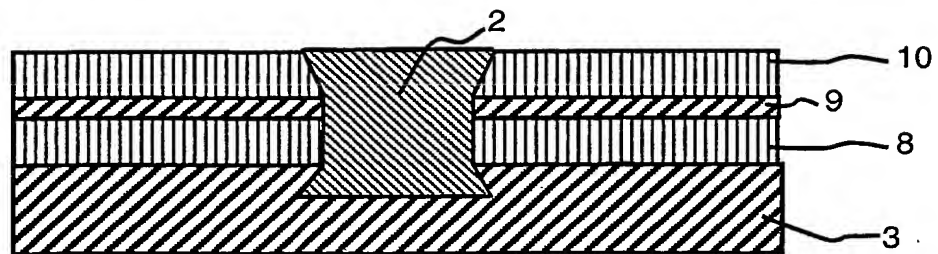


Figure 14

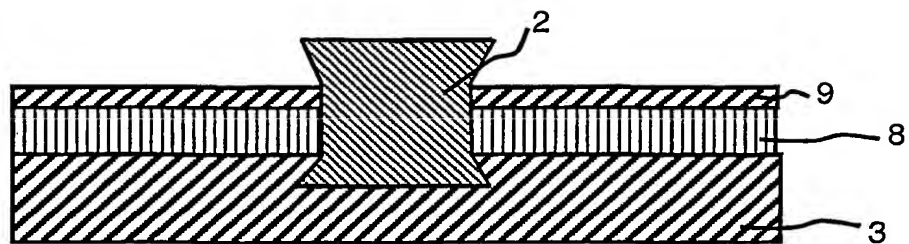


Figure 15

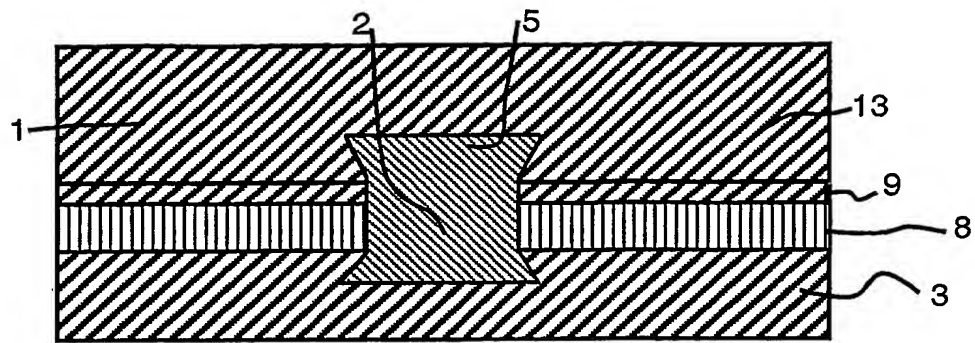


Figure 16

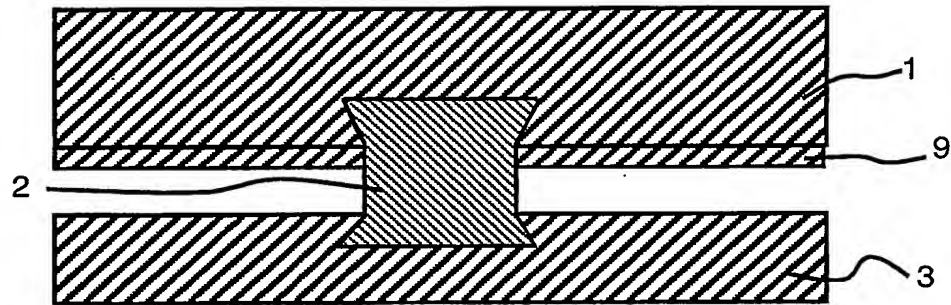


Figure 17

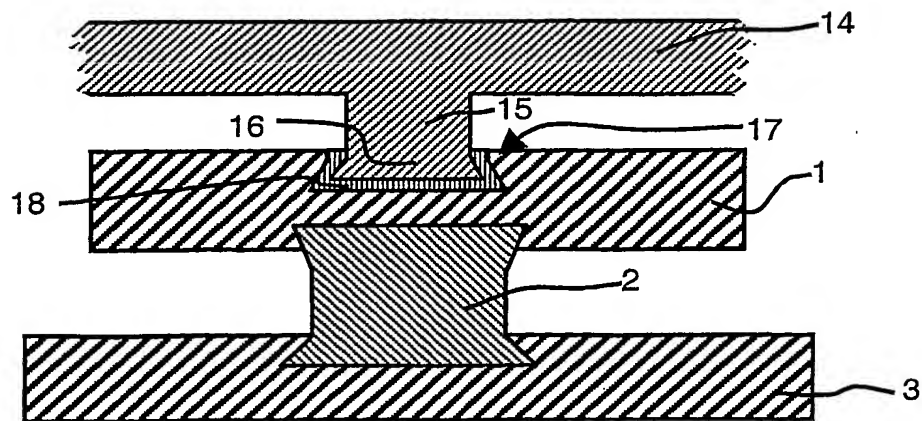


Figure 18

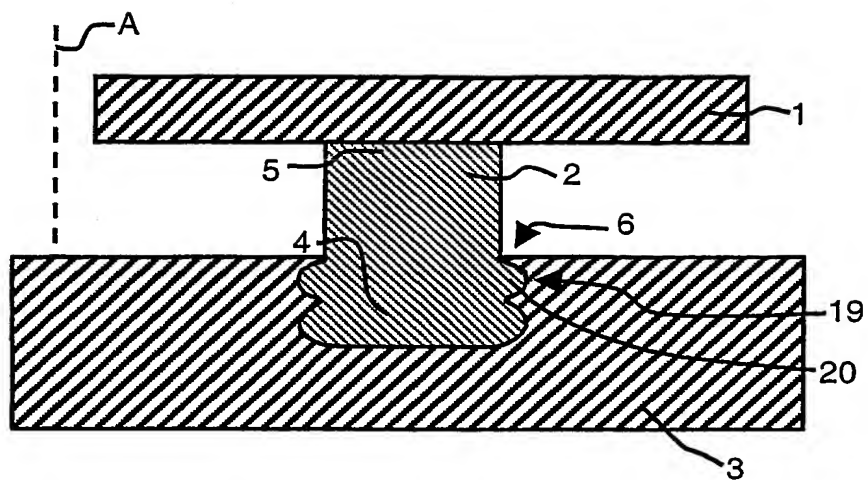


Figure 19

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR2004/002184

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**

CIB 7 B81B3/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 B81B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

| Catégorie * | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents   | no des revendications visées |
|-------------|--|------------------------------|
| X           | US 5 334 342 A (HARKER ET AL)<br>2 août 1994 (1994-08-02)<br>figures 6A-6L<br>colonne 8, ligne 40 - ligne 59<br>colonne 9, ligne 3 - colonne 10, ligne 3 | 1,2,9,12                     |
| A           | WO 01/09579 A (XACTIX INC)<br>8 février 2001 (2001-02-08)<br>figures 9A-9J   | 1,2,8,9                      |
| A           | US 2002/033453 A1 (AMANTEA ROBERT ET AL)<br>21 mars 2002 (2002-03-21)<br>figures 2,5   | 1,2                          |

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

**\* Catégories spéciales de documents cités**

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent, l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent, l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

17 février 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

25/02/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P B 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

McGinley, C

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements re      iux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR2004/002184

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |    | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|---|----|------------------------|---|------------------------|
| US 5334342                                      | A  | 02-08-1994             | US 5242711 A                            | 07-09-1993             |
| WO 0109579                                      | A  | 08-02-2001             | AU 6613600 A                            | 19-02-2001             |
|   |    |                        | EP 1203208 A1                           | 08-05-2002             |
|   |    |                        | WO 0109579 A1                           | 08-02-2001             |
|   |    |                        | US 6566725 B1                           | 20-05-2003             |
|   |    |                        | US 2002086540 A1                        | 04-07-2002             |
| US 2002033453                                   | A1 | 21-03-2002             | US 6249001 B1                           | 19-06-2001             |
|   |    |                        | US 5985886 A                            | 16-11-1999             |
|   |    |                        | US 5844238 A                            | 01-12-1998             |
|   |    |                        | US 6127371 A                            | 03-10-2000             |
|   |    |                        | AU 2723997 A                            | 17-10-1997             |
|   |    |                        | EP 0892917 A1                           | 27-01-1999             |
|   |    |                        | WO 9736155 A1                           | 02-10-1997             |
|   |    |                        | US 5965886 A                            | 12-10-1999             |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2004/002184

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B81B3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B81B .

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No |
|------------|--|----------------------|
| X          | US 5 334 342 A (HARKER ET AL)<br>2 August 1994 (1994-08-02)<br>figures 6A-6L<br>column 8, line 40 - line 59<br>column 9, line 3 - column 10, line 3<br>----- | 1,2,9,12             |
| A          | WO 01/09579 A (XACTIX INC)<br>8 February 2001 (2001-02-08)<br>figures 9A-9J<br>-----   | 1,2,8,9              |
| A          | US 2002/033453 A1 (AMANTEA ROBERT ET AL)<br>21 March 2002 (2002-03-21)<br>figures 2,5<br>-----   | 1,2                  |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C☒ Patent family members are listed in annex

## \* Special categories of cited documents

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 February 2005

Date of mailing of the international search report

25/02/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P B 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

McGinley, C

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/002184

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US 5334342 A                              | 02-08-1994          | US 5242711 A               | 07-09-1993          |
| WO 0109579 A                              | 08-02-2001          | AU 6613600 A               | 19-02-2001          |
|   |                     | EP 1203208 A1              | 08-05-2002          |
|   |                     | WO 0109579 A1              | 08-02-2001          |
|   |                     | US 6566725 B1              | 20-05-2003          |
|   |                     | US 2002086540 A1           | 04-07-2002          |
| US 2002033453 A1                          | 21-03-2002          | US 6249001 B1              | 19-06-2001          |
|   |                     | US 5985886 A               | 16-11-1999          |
|   |                     | US 5844238 A               | 01-12-1998          |
|   |                     | US 6127371 A               | 03-10-2000          |
|   |                     | AU 2723997 A               | 17-10-1997          |
|   |                     | EP 0892917 A1              | 27-01-1999          |
|   |                     | WO 9736155 A1              | 02-10-1997          |
|   |                     | US 5965886 A               | 12-10-1999          |